



## **Samfundsøkonomisk vurdering af energiafgrøder som virkemiddel for et bedre miljø**

Jacobsen, Brian H.; Dubgaard, Alex

*Publication date:*  
2012

*Document version*  
Også kaldet Forlagets PDF

*Citation for published version (APA):*  
Jacobsen, B. H., & Dubgaard, A. (2012). *Samfundsøkonomisk vurdering af energiafgrøder som virkemiddel for et bedre miljø*. AgroTech A/S - Institut for Jordbrugs- og FødevareInnovation.

## **Samfundsøkonomisk vurdering af energiafgrøder som virkemiddel for et bedre miljø**

Brian H. Jacobsen og Alex Dubgaard, Fødevareøkonomisk Institut, KU

Oktober 2012

## Indhold

---

<a href="#"><u>Sammendrag</u></a> .....	3
<a href="#"><u>1. Introduktion</u></a> .....	3
<a href="#"><u>2. Driftsøkonomiske analyser af energipil</u></a> .....	4
<a href="#"><u>2.1 Driftsøkonomi ved dyrkning af energipil</u></a> .....	4
<a href="#"><u>2.2 Alternativ dyrkning af arealerne</u></a> .....	5
<a href="#"><u>2.3 Break-even priser på pileflis</u></a> .....	6
<a href="#"><u>2.4 Usikkerheder</u></a> .....	8
<a href="#"><u>3. Samfundsøkonomiske analyser</u></a> .....	9
<a href="#"><u>3.1. Miljømæssige effekter</u></a> .....	10
<a href="#"><u>3.2. Værdien af reduceret miljøpåvirkning</u></a> .....	12
<a href="#"><u>4. Kilder</u></a> .....	13

## **Sammendrag**

Formålet med den økonomiske analyse er at beskrive driftsøkonomien ved dyrkning af pil i forhold til alternative sædskifter for at vurdere, om der vil være en økonomisk interesse for at dyrke pil på udvalgte jordtyper. Målet med den samfundsøkonomiske analyse er at vurdere, om prisen for at reducere N-udvaskningen eller emissionen af drivhusgasser er omkostnings-effektiv i forhold til andre virkemidler.

Analysen viser, at det er økonomisk attraktivt at dyrke energiafgrøder på fugtige marginaljorde (+1.800 kr./ha/år) og i nogle tilfælde også på sandjorde (600 kr./ha/år). En lav kornpris vil gøre energiafgrøder attraktive på alle jordtyper, mens en høj kornpris vil betyde, at det kun er økonomisk fordelagtigt på marginaljorde.

Der er nogen usikkerhed omkring udbytter og salgspriser for energiafgrøder. Generelt betyder et udbytte fald på to tons pr. ha en reduktion i dækningsbidraget på næsten 1.200 kr. pr. ha. Omvendt vil en stigning i salgsprisen fra 42 til 45 kr. pr. GJ betyde en stigning i dækningsbidraget på 400 kr. pr. ha.

De velfærdsøkonomiske analyser viser, at der er negative omkostninger (=gevinst) forbundet med energiafgrøder, både når det vurderes i forhold til reduktion af drivhusgasser og set i forhold til N-udvaskningen fra landbrugsarealer. I vurderingen indgår endvidere effekten af reduceret ammoniakfordampning. Det er vurderet, at piledyrkning reducerer pesticidforbruget opgjort som behandlingshyppigheden med 50-97 % og belastningsindekset med 19-89 % i forhold til korndyrkning. Der er altså tale om en betydelig reduktion af pesticidforbruget. Set i forhold til at omkostningerne ved alternative virkemidler udgør 23 kr. pr. kg N eller 140 kr. pr. ton CO<sub>2</sub>, er det således tale om et omkostningseffektivt virkemiddel under de anførte forudsætninger.

## **Introduktion**

Formålet med dette notat er at beskrive de drifts- og samfundsøkonomiske gevinster ved at dyrke energipil og på den baggrund vurdere, om energipil er et konkurrencedygtigt virkemiddel i miljøpolitikken. Analysen er en del af BioM projektet.

Den politiske målsætning i relation til Grøn Vækst aftalen var, at der ville ske en stigning i arealet med pil på 30.000 ha frem mod 2015. Denne analyse kan hjælpe til at vurdere de drifts- og samfundsøkonomiske aspekter af dyrkning af energipil.

I den driftsøkonomiske analyse tages der udgangspunkt i budgetkalkuler fra 2012 (Videncentret, 2012). Der er i analyserne også gjort brug af følsomhedsanalyser foretaget tidligere i BioM projektet (Larsen og Maegaard, 2010). I den samfundsøkonomiske analyse vurderes det, om energipil samfundsøkonomisk kan konkurrere med andre virkemidler med henblik på at reducere drivhusgasemissionen eller N-tabet til vandmiljøet. Værdien af de eksternaliteter, som ikke er målet, prissettes med brug af skyggeprisen svarende til den pris, som samfundet alternativt vil betale for at opnå denne målsætning. Analysen vurderer således, både om energipil er relevant i forhold til andre virkemidler for at reducere emissionen af drivhus-

gasser (Dubgaard et al., 2010), men også om det er fornuftigt, at energiafgrøder indgår som virkemiddel for at opnå yderligere reduktioner i N-udvaskningen som angivet i vandplanerne (Jensen et al., 2009 og Jacobsen, 2012).

Det er i tidligere analyser antaget, at der i Danmark er ca. 100.000 hektar jord, der er velegnet til dyrkning af energipil (Dubgaard et al., 2010).

## Driftsøkonomiske analyser af energipil

### 2.1 Driftsøkonomi ved dyrkning af energipil

Ved dyrkning af energipil er der en indtægt ved salg af flis til varmekædet. Der høstes fx hvert tredje år, og pilekulturens levetid i denne analyse er på 18 år.

Omkostninger omfatter stiklinger og udplantning, ukrudtsbekæmpelse og gødning samt arbejdskraft og maskiner i forbindelse med pasning, høst og transport.

Som anført i Larsen og Maegaard (2010) er der en del usikkerhed omkring høstudbytte, salgspriser og transportafstand. I det følgende belyses dette nærmere i forhold til alternative afgrøder, der kunne dyrkes på arealerne. I analysen indgår et etableringstilskud, som blev øget fra 3.200 kr. pr. ha i 2011 til 4.200 kr. pr. ha i 2012. I tabel 1 er angivet omkostninger og dækningsbidrag mm. ved forskellige udbytteneveauer på forskellige jordtyper.

**Tabel 1. Dækningsbidrag II for energipil ved forskellige udbytteneveauer (høst med direkte flisning), 2012 priser, kr./ha/år**

	Dårlig sandjord	God sandjord	Fugtig marginaljord	Lerjord
Tørstof, ton pr. ha/år	8	10	12	14
Stykomkostninger	1.439	1.439	1.439	1.439
Maskin- og arbejdsomkostninger	574	574	574	574
Høst- og transport til værk	2.204	2.781	3.358	3.935
<b>Samlede dyrkningsomkostninger (uden jordleje)</b>	<b>4.217</b>	<b>4.794</b>	<b>5.371</b>	<b>5.948</b>
Værdi af pileflis	4.845	6.012	7.178	8.345
<b>Dækningsbidrag II</b>	<b>628</b>	<b>1.218</b>	<b>1.807</b>	<b>2.397</b>
Produktionsomkostninger (kr./GJ)	<b>35,8</b>	<b>32,4</b>	<b>30,2</b>	<b>28,5</b>

Kilde: Videncentret for Landbrug (2012).

Note: Indtægt indeholder etableringstilskud på 4.200 kr. pr. ha.

Salgspris er 42 kr. pr GJ. Det angivne udbytteneveau er ved anden høst, idet 1. høst har et udbytte, der er to tons lavere.

## 2.2 Alternativ dyrkning af arealerne

Jordrenten repræsenterer nettoafkastet til produktionsfaktoren landbrugsjord. Den opgøres som forskellen mellem afgrødens (salgs)værdi og de samlede omkostninger ved dyrkning af afgrøden, herunder udsæd, gødning, kemikalier, aflønning af arbejdskraft (inkl. ejerens) samt afskrivninger og forrentning af maskiner og udstyr. Principielt svarer jordrenten til den forpagtningsafgift, der kan betales for jord af en given dyrkningsværdi.

Der har de seneste år været store udsving i kornpriserne, og i tabel 2 fremgår, hvad dækningsbidrag II ved et gennemsnitlig kornsædskifte på ler og sandjord ville være med udgangspunkt i tre forskellige prisscenarier. Der er gennemført jordrenteberegninger under forskellige kornprisscenarier, som tager udgangspunkt i budgetkalkulerne for 2008-2012 (scenarie 1). De laveste kornpriser er baseret på 2009 (scenarie 2) og priserne fra 2011 som de højeste kornpriser (scenarie 3).

**Tabel 2. Dækningsbidrag II ved forskellige kornprisscenarier**

Scenarie	Prisforudsætninger	Prisniveau, byg kr./hkg	Sandjord	Lerjord
1	Gennemsnit (Budgetkalkule 2008-2012)	117	596	3.329
2	Lav kornpris (Budgetkalkule 2009)	77	-1.100	348
3	Høj kornpris (Budgetkalkule 2011)	141	1.473	5.044

Kilde: Egne beregninger samt Budgetkalkuler 2008-2012 (Planteavlsbedrift med vårbyg, vinterhvede, vinterbyg og raps).

Som nævnt antages den optimale omdriftstid for energipil at være 18 år, mens der for almindelige landbrugsafgrøder som korn og raps er tale om en omdriftstid på et år. Den lange omdrifts-/kapitalbindingstid betyder, at piledyrkning er forbundet med større usikkerhed end dyrkning af almindelige landbrugsafgrøder. De væsentligste usikkerhedsfaktorer er udviklingen i prisen på pileflis og udviklingen i afgrødepriserne, som har afgørende indflydelse på størrelsen af den mistede jordrente ved alternative anvendelser af jorden. Det er således i høj grad forventninger til de fremtidige kornpriser, der afgør hvilken break-even-pris, der er relevant i forbindelse med etablering af energipil.

Et andet aspekt er, at energiafgrøder kan indgå som efterafgrøder. Energiafgrøden vil erstatte efterafgrøderne med en faktor 0,8, hvilket vil sige 0,8 hektar med energipil erstatter 1 hektar med efterafgrøder. Omregningsfaktoren var i 2011 0,9 energiafgrøder pr. ha efterafgrøder. For bedrifter med mange vinterafgrøder kunne energiafgrøder således være et alternativ til et skift til vårbyg. Nogle af disse bedrifter vil dog være svinebedrifter, hvor et skift til energiafgrøder vil betyde, at behovet for indkøb af foder øges. Etablering af energiafgrøder kan i nogle tilfælde reducere omkostninger til efterafgrøder med 300-500 kr. pr. ha efterafgrøder, der ellers skulle etableres.

## 2.3 Break-even priser på pileflis

Break-even prisen beregnes som de annuierede nutidsværdier af indtægter minus udgifter ved dyrkning af energipil over en periode på 18 år. Den mistede jordrente ved alternative anvendelser af jorden indgår som en omkostning i beregningerne. Break-even-prisen viser altså, hvor høj prisen på pileflis (mindst) skal være, for at dyrkning af energipil kan betragtes som et økonomisk alternativ til kornproduktion.

Salgsindtægterne fratrullet omkostningerne ved produktion af energipil skal derfor (mindst) svare til jordrenten ved alternativ anvendelse af jorden, før det vil være rentabelt for landmænd at ændre arealanvendelsen til dyrkning af energipil. Den pris på pileflis, der sikrer, at pileflis giver samme afkast til jorden som bedste alternative anvendelse, betegnes som break-even prisen på pileflis (Dubgaard et al., 2010).

**Tabel 3. Break-even priser på energipil ved forventede kornpriser i Scenarie 1**

	Dårlig sand-jord	God sand-jord	Fugtig marginal-jord	Ler-jord
Udbytte i energipil, tørstof (ton/ha/år) <sup>1)</sup>	8	10	12	14
Energiproduktion (GJ/ha/år)	118	148	178	209
Dyrkningsomkostninger i alt (kr./ha/år)	4.217	4.794	5.371	5.948
Jordrente ved alternativ arealanvendelse (kr./ha/år)	596	596	0	3.329
<b>Dyrkningsomkostninger inkl. jordrente (kr./ha/år)</b>	<b>4.813</b>	<b>5.390</b>	<b>5.371</b>	<b>9.277</b>
Break-even pris på energipil (kr./GJ)	41	36	30	44
Break-even pris på energipil (kr./ton tørstof) <sup>2)</sup>	657	585	483	713

Kilde: Videncentret for Landbrug (2012)

<sup>1)</sup> Det angivne udbyttelniveau er ved anden høst, idet 1. høst har et udbytte der er 2 tons lavere.

<sup>2)</sup> 1 tons biomasse (TS) = 16 GJ.

I tabel 3 ses break-even priser for energipil på forskellige jordtyper. Udbyttet i energipil er afhængig af jordbundsforholdene, hvor fugtige arealer og lerjord giver højere udbytte end sandjord. Som angivet er det anførte udbytte det, som opnås ved 2. høst, idet der ved første høst opnås et udbytte, der er to tons pr. ha lavere. Som det fremgår af tabel 3 forudsættes der på sandjord gennemsnitsudbytter på 8-10 ton tørstof pr. ha/år, mens de forventede udbytter på fugtig marginaljord og lerjord ligger på mellem 12 og 14 ton tørstof pr. hektar i gennemsnit pr. år. Mens der er en betydelig variation i udbytterne afhængigt af jordtypen, varierer dyrkningsomkostningerne kun i meget begrænset omfang mellem jordtyperne. Omkostningskomponenten mistet jordrente ved alternative arealanvendelser er dog stærkt afhængig af jordtypen.

Dubgaard et al. (2010) vurderer, at pileflis kan afsættes til en pris, der ligger ca. 10 % under prisen på træflis an værk. Det svarede i 2009 til en pris på ca. 42 kr./GJ for pileflis frit leveret. Dette prisniveau er fastholdt i de nyeste beregninger (Videncentret, 2012). Det vurderes, at en

pris på 45 kr. pr. GJ er den højest sandsynlige pris på kort sigt (Larsen og Maegaard, 2010), hvorfor dette indgår i de gennemførte følsomhedsanalyser.

Som nævnt gør den lange arealbindingstid pileydyrkning økonomisk mere risikabel end almindelige landbrugsafgrøder. Man kan derfor forvente, at landmænd generelt vil "kræve" en vis sikkerhedsmargin, før energipil betragtes som et attraktivt alternativ til almindelige landbrugsafgrøder. Her vil ikke mindst usikkerhed om de fremtidige kornpriser spille ind.

Hvorvidt de beregnede dækningsbidrag ved dyrkning af energipil kan betragtes som driftsøkonomisk tilfredsstillende, afhænger af størrelsen af det opnåelige dækningsbidrag ved alternativ anvendelse af jorden.

På dårlig sandjord er indtjeningen den samme ved energipil som ved den alternative korn dyrkning, hvorfor incitamentet er begrænset. På god sandjord og fugtig marginaljord er den beregnede jordrente ved energiafgrøder højere end alternativet, mens der ved dyrkning på lerjord vil være et tab ved et skifte til energiafgrøder ved de gennemsnitlige kornpriser.

Det fremgår af tabel 4, at dyrkning af energiafgrøder vil være en økonomisk fordel på alle jordtyper, såfremt der er lave kornpriser, men at der kun på marginaljorde vil være en økonomisk fordel ved høje kornpriser. Det virker derfor næppe sandsynligt, at der vil blive etableret pil på god kornjord i større omfang ved de nuværende prisrelationer. Fugtige marginaljorde ser ud til at repræsentere den mest attraktive mulighed for pileydyrkning, men alt efter risikovillighed vil der sandsynligvis være lodsejere, som også er parate til at satse på pileydyrkning på forskellige typer af sandjord.

De driftsøkonomiske beregninger tyder som sagt på, at det primært vil være privatøkonomisk fordelagtigt at etablere energipil på arealer med lav landbrugsmæssig dyrkningsværdi (fx fugtig marginal jord). Lang arealbindingsperiode og et forholdsvis uudviklet marked for pileflis betyder dog, at etablering af energipil kan opfattes som mere usikker end almindelige landbrugsdrift.



**Tabel 4. Økonomisk gevinst ved pileydyrkning i forhold til andre afgrøder ved forskellige kornpriser**

	Dårlig sandjord	God sandjord	Fugtig marginaljord	Lerjord
<b>Øget dækningsbidrag II (kr. / ha)</b>				
Scenarie 1 (gnsn. pris)	32	622	1.807	-932
Scenarie 2 (lav pris)	1.728	2.318	1.807	2.049
Scenarie 1 (høj pris)	-845	-255	1.807	-2.647
<b>Break-even salgspris (kr./GJ)</b>				
Scenarie 1 (gnsn. pris)	41	36	30	44
Scenarie 2 (lav pris)	26	25	30	30
Scenarie 1 (høj pris)	48	42	30	53

Kilde: Videncentret for Landbrug (2012) og egne beregninger.

## 2.4 Usikkerheder

Der er betydelig usikkerhed omkring høstudbyttet ved dyrkning af energipil, idet der vil være en stor variation for en afgrøde, som få har erfaringer med at dyrke, og hvor der ikke er mange kontrollerede forsøg. Det vil betyde, at en del landmænd sandsynligvis vil opleve et lavere udbytte end det beregningsmæssigt forventede, ligesom erfaringerne med pileydyrkning i Sverige har vist. Et lavere udbytte på lerjord på to tons/ha vil således reducere dækningsbidraget med 1.100 kr. pr. ha. Til sammenligning vil en stigning i prisen fra 42 til 45 kr./GJ øge dækningsbidraget med 400 kr. pr. ha. Specielt kan der være usikkerhed mht. udbyttepotentialt på dårlig sandjord, hvor tørke kan spille en væsentlig rolle. Ukrudtsbekæmpelse er et andet område, hvor der generelt er behov for større viden om de bedst egnede teknikker og bekæmpelsesstrategier. På fugtige marginaljorde knytter der sig især usikkerhed til valg af teknik, som sikrer, at maskiner kan færdes på arealerne på de nødvendige tidspunkter i forbindelse med renholdelse og høst. I tabel 5 er opsummeret, hvordan prisniveau for hhv. pileflis og korn samt dyrkningsusikkerhed påvirker incitamentet for dyrkning af pil.

**Tabel 5. Barrierer for øget dyrkning af energipil på forskellige jordtyper**

	Prisen på pileflis	Kornprisen	Dyrkningsusikkerhed
Fugtig marginaljord	Nuværende pris principielt tilstrækkelig	Ikke relevant pga. manglende alternative arealanvendelser	Bl.a. i relation til kørsel på fugtige arealer
Dårlig Sandjord	Nuværende pris giver samme afkast som korn	Dyrkning ved lav kornpris	Stor usikkerhed mht. udbyttepotentialt (tørkefølsomhed)
God Sandjord	Nuværende pris principielt tilstrækkelig	Dyrkning ved lav eller middel kornpris	Usikkerhed mht. udbyttepotentialt
Lerjord	Nuværende pris utilstrækkelig selv med højt udbytte i pil	Evt. dyrkning ved lav kornpris	Usikkerhed om udbytteniveau kan opnås højt.

Kilde: Dubgaard et al., (2010) og egen opdatering.

## Samfundsøkonomiske analyser

Overførsel af omdriftsarealer til piledyrkning er forbundet med positive eksternaliteter/reducerede negative eksternaliteter i form af kulstofopbygning i jorden samt reduceret kvælstofudvaskning og lavere pesticidforbrug. Dermed er der en velfærdsøkonomisk begrundelse for anvendelse af politiske styringsmidler i relation til dyrkning af pil, fx i form af et tilskud til etablering. Energiafgrøder har en positiv miljøeffekt i forhold til almindelig landbrugsdrift, når det drejer sig om N-udvaskning og brug af pesticider, samt CO<sub>2</sub>-emission.

Hvad angår priser og mængde af fortrængning henvises til Energistyrelsens vejledning (ENS, 2012a):

”For energipil skal der ikke medregnes en forøget CO<sub>2</sub>-fortrængning ved en større produktion af pileflis i Danmark, selvom det antages, at den producerede pileflis anvendes i den danske kraftvarmesektor. Det skyldes, at kraftværkerne frit kan vælge mellem dansk produceret og importeret træflis mv. ved opfyldelse af krav vedr. andelen af vedvarende energi i produktionen. En øget dansk produktion af pileflis forventes heller ikke at resultere i (væsentligt) lavere priser på flis. Pileflis handles på linje med træflis/skovflis i kraftvarmesektoren. Da der importeres træflis (og træpiller) fra en række lande, må priserne i udenrigshandelen derfor antages at være bestemmende for prisen på skovflis her i landet og dermed også for prisen på pileflis. Det samlede forbrug af flis i den danske kraftvarmesektor antages derfor ikke at blive påvirket af ændringer i den danske produktion af pile- eller skovflis. Fortrængning af fossilt brændsel i kraftvarmesektoren skal derfor ikke medtages i de velfærdsøkonomiske beregninger. Drivhusgaseffekten ved energipil stammer således alene fra kvælstofanvendelse og kvælstoftab, som har konsekvenser for lattergasemissioner, brændstofforbrug og kulstoflagring i jorden. Dette svarer til forudsætningerne i FOI-rapport nr. 205 ”Økonomiske analyser for landbruget af omkostningseffektive klimatiltag, 2010”.

En alternativ betragtning vil have været at indregne prisen på den naturgas, der fortrænges ligesom er tilfældet i beregninger for biogas (Dubgaard et al., 2010). I vejledningen fra Energistyrelsen hedder det (ENS, 2012):

”For tiltaget husdyrgødning til biogas antages, at øget biogasproduktion i fuldt omfang reducerer anvendelsen af naturgas i kraftvarmesektoren. Det skyldes, at biogas er en voluminøs råvare, som det ikke er økonomisk at transportere over større afstande (medmindre det bliver muligt at distribuere biogas via naturgasnettet). Øget produktion af biogas må derfor ske i sammenhæng med en tilsvarende forøgelse af biogasforbruget i kraftvarmeproduktionen. Fremme af biogasanvendelse af husdyrgødning antages således at fortrænge fossil energi i form af naturgas. Dette svarer ligeledes til forudsætningerne i FOI-rapport nr. 205.”

Det skal også bemærkes, at kulstoflagring forventes at indgå i EU's CO<sub>2</sub>-opgørelsesmetode, men at den ikke gør det på nuværende tidspunkt. Der er derfor foretaget en beregning med og uden CO<sub>2</sub>-lagring.

I beregningen sker der en omregning fra driftøkonomiske priser til velfærdsøkonomiske priser (inkl. afgifter så som moms m.m.). I Dubgaard et al. (2010) er der anvendt en nettoafgiftsfaktor på 1,35 ved denne omregning. Beregningen er baseret på de driftøkonomiske analyser som er beskrevet i kapitel 2.

### **3.1. Miljømæssige effekter**

Pil kan dyrkes med et forholdsvis lavt input af energi og gødning (Fødevareministeriet, 2008). Et skift fra korndyrkning til flerårige energiafgrøder har flere miljømæssige effekter. Der vil således være effekter på kvælstofanvendelse og kvælstoftab, som har konsekvenser for lattergasemissioner samt effekter på brændstofforbruget, på kulstoflagringen i jorden samt på pesticidforbruget. Tabel 6 viser en samlet oversigt over miljøeffekterne ved omlægning fra korndyrkning til dyrkning af pil.

#### **Effekt på kvælstofudvaskningen**

Det er i Dubgaard et al. (2010) antaget, med udgangspunkt i kvælstofnormerne, at pil i sammenligning med korndyrkning vil føre til en reduktion i kvælstofgødskningen på 21 kg N/ha/år, en stigning af mængden af N i tilbageførte planterester på 6 kg N/ha, en reduktion i ammoniakfordampningen på 4 kg N/ha og et fald i kvælstofudvaskningen på 51 kg N/ha (Fødevareministeriet, 2008).

Århus Universitet har i analyser for N-udvalget ansat udvaskningen fra rodzonen i kornrige sædskifter til 44 kg N/ha på lerjord og 71 kg N/ha på sandjord. Den årlige reduktion i udvaskningen i rodzonen i jorde med energiafgrøder er vurderet til 15-35 kg N/ha på lerjord og 40-60 kg N på sandjord. Den anvendte reduktion er herefter 25 kg N/ha på lerjord og 50 kg N/ha på sandjord (Andersen et al., 2012 og Dubgaard et al., 2010).

#### **Emission af drivhusgasser**

Energiforbruget (i form af motorbrændstof) ved almindelig korndyrkning antages at udlede 1,10 ton CO<sub>2</sub>-ækv./ha/år. Det kan reduceres til 0,74 ton CO<sub>2</sub>-ækv./ha/år ved overgang til pile dyrkning – svarende til en årlig besparelse på 0,37 ton CO<sub>2</sub>/ha (Fødevareministeriet, 2008). Det er estimeret, at dyrkning af pil i forhold til almindelig korndyrkning vil øge jordens kulstofindhold svarende til en binding af 1,57 ton CO<sub>2</sub>-ækv./ha/år (Dubgaard et al., 2010). Dertil kommer en effekt i form af reduceret emission af lattergas på 0,73 kg CO<sub>2</sub>/ha/år.

I analyser af fx biogas indgår den samfundsøkonomiske gevinst i form af reduceret forbrug af fossile brændstof. I denne analyse er der anvendt salgsprisen på pil, idet der hermed indgår den merværdi, som brugen af Grøn Energi giver anledning til.

#### **Ammoniak emission**

Det vurderes, at dyrkning af energiafgrøder også betyder en reduktion af ammoniak emissionen. Denne er sat til 4 kg NH<sub>3</sub>-N/ha for alle jordtyper (Dubgaard et al., 2010).

## Pesticidforbruget

Forbruget af pesticider ved dyrkning af pil er beregnet ved to forskellige strategier. I standard-løsningen sker der en behandling i etableringsåret (Glyphogan og Quarts), mens der i året efter etablering tildeles Quartz. Endelig gives der yderligere Glyphogan i året efter høst; altså fem gange i løbet af de 18 år. Analyser viser, at pesticidforbruget ved denne strategi kan opgøres som et årligt behandlingshyppighed på 0,08 pr. år og et belastningsindeks på 0,35 pr. år. Niveaue i korndyrkning er anslået til en behandlingshyppighed på 2,6 og et belastningsindeks på 3,2. Pesticidforbruget reduceres altså med 97 % og 89 % for henholdsvis behandlingshyppighed og belastningsindeks (Ørum, 2012).

I tilfælde af problematisk rodukrudd så anvendes en mere intensiv pesticidstrategi, hvor der også anvendes bl.a. Agil og Matrigon. Ved denne strategi bliver behandlingshyppigheden 1,28 pr. år og belastningsindekset 2,59 pr. år. Ved denne strategi er der tale om en reduktion på 50 % og 19 % i forhold til korn, alt efter om det er behandlingshyppighed eller belastningsindeks. Det forventes, at den nye afgift vil koste ca. 230 kr. pr. ha pr. år mere i afgift ved den sidste løsning. Der vil således være et incitament til at vælge den første løsning. Det angivne pesticidforbrug er noget lavere end angivet i Dugaard (2010), hvor der blev anvendt et reduktionsniveau på 5 %.

Endelig skal det nævnes, at pil også i nogle tilfælde dyrkes udelukkende med mekanisk ukrudtsbekæmpelse, hvorved reduktionen i pesticidforbrug da bliver 100 %. Til gengæld vil den mekaniske ukrudtsbekæmpelse til gengæld medføre et øget brændstofforbrug og derfor en knap så stor reduktion i brændstofforbruget.

**Tabel 6. Miljømæssig effekt af pileydrkning (skift fra korndyrkning til dyrkning af pil)**

		Dårlig sandjord	God sandjord	Fugtig marginaljord	Lerjord
Reduceret brændstofforbrug	Ton CO <sub>2</sub> -ækv./ha	0,39	0,37	0,35	0,33
Reduktion af lattergas	Ton CO <sub>2</sub> -ækv./ha	0,73	0,73	0,73	0,73
Kulstoflagring i jord	Ton CO <sub>2</sub> -ækv./ha	1,57	1,57	1,57	1,57
Samlet CO <sub>2</sub> -effekt	ton CO <sub>2</sub> -ækv./ha	2,69	2,67	2,65	2,64
Reduktion af N udvaskning fra rodzonen	Kg/ha	50	50	50	25
Reduktion af ammoniakfordampning	Kg/ha	4	4	4	4
Reduktion i pesticidforbrug: - Behandlingshyp. - Belastningsindeks <sup>1)</sup>	Reduktionsprocent	50-97 % 19-89 %	50-97 % 19-89 %	50-97 % 19-89 %	50-97 % 19-89 %

Kilde: Dugaard et al. (2010), Andersen (2012) og Ørum (2012).

- 1) Beregningen er foretaget på baggrund af to pesticidstrategier (standard og ved problemukrudt). Det er således sandsynligt, at der på den enkelte mark bruges en blanding af de to strategier. Opgørelse og data for Belastningsindeks er foretaget af Jens Erik Ørum, FOI.
- 2) Note: CO<sub>2</sub>-effekten på reduceret brændstofforbrug er gradueret således, at det er 5 % højere, når tørstofudbyttet øges med 2 tons pr. ha pr. år.

### 3.2. Værdien af reduceret miljøpåvirkning

Det har ikke i denne analyse været muligt at fastsætte en værdi for det lavere pesticidforbrug. Der er efter 2010 lavet analyser af omkostningerne ved vandplanerne (Jacobsen, 2012), der indikerer, at omkostningerne i vandplanerne udgør ca. 40 kr. pr. kg N målt i kystvande for alle virkemidler. Med en retention på 58 % svarer dette til en omkostning i rodzonen på ca. 20-25 kr. pr. kg N. Der anvendes her prisen på 23 kr. pr. kg N som en vurdering for de andre alternativer. Tabel 7 viser en oversigt over skyggepriser på eksternaliteter.

I tabellen indgår den skyggepris, som Energistyrelsen har fastlagt som værende den, der skal anvendes i samfundsøkonomiske beregninger. Denne kvotepris stiger fra 62 kr. i 2013 til 216 kr. i 2030 i 2012 priser (Energistyrelsen, 2012b). Der anvendes her et gennemsnit på 140 kr. pr. tons CO<sub>2</sub>, men der er betydelig usikkerhed på denne pris, og der har i tidligere beregninger været anvendt 225 kr. pr. CO<sub>2</sub> i kvotesektoren og 400 kr. pr. tons CO<sub>2</sub> uden for kvotesektoren. Dette skift betyder generelt, at det bliver sværere at finde samfundsøkonomisk fordelagtige virkemidler til reduktion af CO<sub>2</sub>-emissionen.

**Tabel 7. Skyggepriser på eksternaliteter**

	Enhed	Pris pr. enhed
N-udvaskning fra rodzonen	Kr. pr. kg N	23
Ammoniakfordampning	Kr. pr. kg NH <sub>3</sub> -N	39
CO <sub>2</sub>	Kr. pr. tons CO <sub>2</sub>	140

Princippet i beregningen af omkostningen for N og CO<sub>2</sub> er, at den variable, der søges for omkostningen, ikke indgår i beregningen. Derfor indgår skyggeprisen for CO<sub>2</sub> ikke, når pil indgår som et virkemiddel til at reducere drivhusgasemissionen.

I de gennemførte analyser inddrager administrative omkostninger for 100 kr. pr. ha. I nettoomkostningen indgår skyggeværdien for NH<sub>3</sub> i alle analyser. Det fremgår af tabel 8, at nettoomkostningen pr. kg N (reduceret udvaskning fra rodzonen) er negativ for alle jordtyper både med og uden kulstoflagring. På tilsvarende vis er den velfærdsøkonomiske omkostning såfremt fokus er en reduktion af CO<sub>2</sub>-emissionen også negativ for alle jordtyper både med og uden kulstoflagring. Det er således en velfærdsøkonomisk gevinst (negative omkostninger) ved at øge dyrkningen af energiafgrøder, uanset om målet er drivhusgasemission eller lavere N-udvaskning.

Som det fremgår af tabel 7 er omkostningen for CO<sub>2</sub>-reduktioner uden for kvote sektoren højere end i kvotesektoren, og derfor er det godt, at dette virkemiddel er billigt.

**Tabel 8. Velfærdsøkonomisk vurdering af miljøeffekter ved pileydyrkning (kr. pr. ha)**

	Dårlig sandjord	God sandjord	Fugtig marginaljord	Lerjord
<b>Udbytte (tons/ha)</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>14</b>
Omkostninger i alt	5.693	6.472	7.251	8.030
Adm. omkostninger (etab.)	100	100	100	100
Omkostninger i alt inkl. adm. omk.	5.793	6.572	7.351	8.130
Salgsindtægt (ekskl. tilskud)	6.017	7.592	9.167	10.742
<b>Nettoomk. før sideeffekter</b>	<b>-224</b>	<b>-1.021</b>	<b>-1.816</b>	<b>-2.612</b>
<b>Sideeffekter:</b>				
Reduceret N-udvaskning	1.150	1.150	1.150	552
Reduceret NH <sub>3</sub> -emission	156	156	156	156
Reduceret CO <sub>2</sub> -udledning – uden lagring	157	154	152	149
Reduceret CO <sub>2</sub> -udledning – med lagring	377	374	371	369
<b>Kvælstof omkostning (udvaskning fra rodzonen):</b>				
Nettoomkostning (kr./kg N) - uden C-lagring	-23	-58	-92	-127
Nettoomkostning (kr./kg N) - med C-lagring	-33	-67	-102	-136
<b>CO<sub>2</sub> – omkostning</b>				
Nettoomkostning (kr./t CO <sub>2</sub> ) - uden C-lagring	-1.365	-2.111	-2.881	-3.136
Nettoomkostning (kr./t CO <sub>2</sub> ) - med C-lagring	-569	-871	-1.176	-1.268

Kilde: Egne beregninger.

Note: Den indregnede CO<sub>2</sub>-effekt er alene relateret til kvælstofanvendelse og kvælstoftab, som har konsekvenser for lattergasemissioner, brændstofforbrug og kulstoflagring i jorden, men ikke den effekt, der er i energisektoren.

## Kilder

Andersen, H.E.; Grant, R.; Blicher-Mathiesen, G., Jensen, P.N., Vinther, F., Sørensen, P.; Hansen, E.M.; Thomsen, I.K.; Jørgensen, U. og Jacobsen, B.H. (2012). Virkemidler til N-reduktion – potentialer og effekter. Rapport fra Nationalt Center for miljø og Energi. Århus Universitet, 61 p.

Dubgaard, A. og Jespersen, H.L. (2010). Break-even priser på energipil. Notat af 20.9.2010. Udarbejdet for Fødevareministeriet. Fødevareøkonomisk Institut.

Dubgaard, A., Nissen, C.J., Jespersen, H.L., Gylling, M., Jacobsen, B.H., Jensen, J.D., Hjort-Gregersen, K., Kejser, A.T. og Helt-Hansen, Julie (2010). Økonomiske analyser for landbruget af en omkostningseffektiv klimastrategi. Rapport nr. 205. Fødevareøkonomisk Institut, København Universitet.

Energistyrelsen (2009): Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, maj 2009 (Priser på el og fjernvarme, emissioner m.m. 2008-2038 (regneark) opdateret til 2009-priser).

[http://193.88.185.141/Graphics/Energipolitik/dansk\\_energipolitik/Beregningsforudsætninger\\_Maj\\_samlet.pdf](http://193.88.185.141/Graphics/Energipolitik/dansk_energipolitik/Beregningsforudsætninger_Maj_samlet.pdf)

Energistyrelsen (2012a). Beregningsmetode til samfundsøkonomiske omkostninger ved virkemidler i klimaplan 2012. 8. august 2012.

Energistyrelsen (2012b). Brændselspriser til brug i klimaberegninger. Regneark.

Fødevareministeriet (2008): Landbrug og Klima. Analyse af landbrugets virkemidler til reduktion af drivhusgasser og de økonomiske konsekvenser. Rapport.

Jacobsen, B.H. (2012). Omkostninger for landbruget ved implementering af kvælstofreduktionen i vandplanerne fra 2011. Notat til kvælstofudvalget. Fødevareøkonomisk Institut, KU.

[http://www.foi.life.ku.dk/Publikationer/FOI\\_serier/~media/Foi/docs/Publikationer/Udredninger/2012/FOI\\_udredning\\_2012\\_6.ashx](http://www.foi.life.ku.dk/Publikationer/FOI_serier/~media/Foi/docs/Publikationer/Udredninger/2012/FOI_udredning_2012_6.ashx)

Jensen, P.N, Jacobsen, B.H.; Hasler, B. Rubæk, G. og Waagepetersen, J. (2009). Notat vedr. virkemidler og omkostninger til implementering af vandrammedirektivet.. Rapport udarbejdet til Virkemiddeludvalg II for By- og Landskabsstyrelsen.

Larsen, S. U. og Maegaard, E. (2010). Følsomhedsanalyser for driftsøkonomi ved dyrkning af energipil. Notat. December 2010. <http://www.biom-kask.eu/sites/biom-kask.eu/files/Side/Energipil/folsomhedsanalyseforpiledyrkning.pdf>

Videncentret for Landbrug (2012). Budgetkalkuler for Energipil. September 2012. Videncentret for Landbrug. <http://www.farmtalonline.dk/Navigation/NavigationTree.aspx>  
[https://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Afgroeder/Energiafgroeder/pil-energiskov/Sider/pl\\_11\\_734.aspx](https://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Afgroeder/Energiafgroeder/pil-energiskov/Sider/pl_11_734.aspx)

Vinther, F. P. (2010). Vedrørende omregningsfaktor mellem energiafgrøde og efterafgrøde. Notat. 23.12.2010. Institut for Jordbrugsproduktion og Miljø, Århus Universitet.

Ørum, J.E. (2012). Pesticidforbruget i Piledyrkning. Regneark.